



Desbaste de árvores para melhoria do crescimento, da produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados

Tree thinning to enhance growth, production, and nut quality in high-density pecan orchards

Cristiano Geremias Hellwig¹

 <https://orcid.org/0000-0002-6574-8285>  <http://lattes.cnpq.br/7968202820277301>

Carlos Roberto Martins²

 <https://orcid.org/0000-0001-8833-1629>  <http://lattes.cnpq.br/1097462869379223>

Antonio Davi Vaz Lima³

 <https://orcid.org/0000-0002-6458-9235>  <http://lattes.cnpq.br/0684818923076417>

Roseli de Mello Farias⁴

 <https://orcid.org/0000-0002-6265-6545>  <http://lattes.cnpq.br/3755156086619538>

Marcelo Barbosa Malgarim⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-3584-5228>  <http://lattes.cnpq.br/2936532510261157>

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a resposta do desbaste de árvores no crescimento vegetativo, aspectos produtivos e qualidade de frutos em pomar de noqueira-pecã adensado com problemas de sombreamento. O experimento foi avaliado durante cinco safras e foi composto por esquema fatorial 2 x 2, sendo o fator A composto por duas cultivares, e o fator B com e sem o desbaste de árvores. O desbaste foi realizado por meio da supressão de 50% das árvores da área. Foram avaliadas variáveis de crescimento vegetativo, ramos secos, produção e de qualidade de frutos. O desbaste de árvores favoreceu o crescimento da copa, resultou em maior número de ramos basais e reduziu o secamento de ramos nas árvores, aumentou a produção por árvore e a eficiência produtiva. Não somente a massa, o comprimento e diâmetro de frutos, mas também o número de frutos por quilo foi favorecido pelo desbaste de árvores. Intensidade de alternância de produção e rendimento de amêndoa não foram favorecidos. O desbaste de árvores aumenta o crescimento vegetativo, a produção por árvore, a eficiência produtiva e a qualidade de frutos de noqueira-pecã, porém após cinco safras ainda não incrementa a produtividade do pomar.

Palavras-chave: *Carya illinoensis*; sombreamento; nozes; secamento de ramos.

¹ Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Pelotas/RS - Brasil. E-mail: cristiano.hellwig@gmail.com

² E-mail: carlos.r.martins@embrapa.br

³ E-mail: antoniodv.lima@gmail.com

⁴ E-mail: roseli-farias@uergs.edu.br

⁵ E-mail: malgarim@ufpel.edu.br



ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of tree thinning on vegetative growth, production aspects, and fruit quality in a high-density pecan orchard with shading issues. The experiment was conducted over five harvests in a 2 x 2 factorial design. Factor A consisted of two cultivars, while Factor B represented treatments with and without tree thinning. Thinning was performed by removing 50% of the trees in the area. The following variables were evaluated: vegetative growth, dry branches, fruit production, and fruit quality. Tree thinning promoted canopy growth, resulted in a higher number of basal branches, reduced branch drying, increased production per tree, and improved production efficiency. It also enhanced fruit mass, length, diameter, and the number of fruits per kilogram. However, neither the intensity of production alternation nor kernel yield was improved. Although tree thinning enhances vegetative growth, production per tree, production efficiency, and fruit quality in pecan trees, it does not improve orchard productivity after five harvests.

Keywords: *Carya illinoensis*; shading; nuts; branch drying.

1. INTRODUÇÃO

A noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (Grauke, 1991, p. 1358)], nativa do sul dos Estados Unidos e norte do México, pertence à família Juglandaceae. Nessas regiões, as árvores nativas apresentam características de sistemas radiculares profundos, ramos longos e crescem até 40m de altura e 20 m de diâmetro de copa (Fronza *et al.*, 2018, p. 2). É uma cultura que vem crescendo em termos de área cultivada e produção no Brasil, sendo o Rio Grande do Sul o principal Estado produtor (Martins *et al.*, 2024, p. 38).

Pomares de alta densidade tem sido constantemente implantados na fruticultura mundial e brasileira. A alta densidade tem levado a profundas transformações no sistema de produção de determinadas culturas, como a macieira (Reig *et al.*, 2020, p. 1538), o pessegueiro (Mayer *et al.*, 2016, p. 50; Souza *et al.*, 2019, p. 6) e citros (Azevedo *et al.*, 2015, p. 184), que tiveram seu aumento de produtividade associado ao aumento da densidade. O controle do vigor das árvores é um requisito para o sucesso da alta densidade em culturas frutíferas. Dentre as técnicas utilizadas com esse fim estão o uso de cultivares ou porta-enxertos anãos, a poda e condução das árvores e a utilização de reguladores de crescimento (Majid *et al.*, 2018, p. 824). A noqueira-pecã, no entanto, ainda não apresenta porta-enxerto ou cultivares anãos, o que é um dos fatores limitantes (Zhu; Stafne, 2019, p. 210).

Os espaçamentos utilizados na cultura da noqueira-pecã variam bastante, desde superadensados 4m x 6m, 6m x 8m e 6m x 6m até pouco adensados de 30m x 30m (Zhang *et al.*, 2015, p. 724; Wells, 2017, p. 20). No Brasil, segundo estudo realizado por Martins *et al.* (2023, p. 17) em torno de 39,0% dos produtores adotaram a alta densidade de árvores por hectare (>100 árvores). Entretanto, a maioria dos produtores que adotaram sistemas de alta densidade, nos últimos 10 a 20 anos, estão convivendo com problemas decorrentes do sombreamento entre as copas das árvores quando estas atingem cerca de 10 anos (Fronza *et al.*, 2018, p. 3) com redução do potencial produtivo, além de problemas de ramos secos e baixa qualidade de frutos (Hellwig *et al.*, 2022, p. 3-4). Nesse sentido, de acordo com Arreola Ávila *et al.* (2010, p. 147), pomares adultos necessitam de altos níveis de luz para atingir o crescimento



das plantas, produtividade e a qualidade da noz. As podas e o desbaste de árvores são alternativas citadas por Wood (2009, p. 68) como métodos para aumentar a luz solar que chega aos ramos basais.

O desbaste de árvores consiste na supressão ou transplante de árvores adultas de determinada área, reduzindo desta maneira a densidade (Arreola Ávila *et al.*, 2010, p. 148), diferindo este manejo da poda, na qual apenas ramos são despontados ou retirados do interior da copa. Em alguns países, o desbaste de árvores tem sido uma prática alternativa de manejo para aumentar a penetração de luz solar em pomares adensados, porém pode diminuir temporariamente a produção por área (Arreola Ávila *et al.*, 2010, p. 154; Gong *et al.*, 2020, p. 194). Tem como vantagem permitir que as plantas remanescentes possam se desenvolver melhor, à medida que tem maior ventilação e menor competição por luz, água e nutrientes (Hoffmann *et al.*, 2024, p. 2). No Brasil carece de informações científicas e experiências em pomares comerciais que possam dimensionar este manejo estratégico para reduzir os problemas com sombreamento em pomares implantados com espaçamento reduzido.

Outro fator a se considerar na adoção de altas densidades e conseqüentemente na necessidade da realização de desbaste, são as características vegetativas e de suscetibilidade a doenças de cada cultivar de noqueira-pecã. 'Barton' e 'Pitol 1' (também conhecida popularmente como 'Melhorada') estão entre as mais cultivadas no Brasil, compondo respectivamente 96,8% e 54,4% dos pomares do Sul do país (Martins *et al.*, 2023, p. 19). Ambas as cultivares apresentam boa resistência a sarna (*Venturia effusa*) que é a principal doença da cultura, porém 'Barton' é suscetível a antracnose (*Colletotrichum nymphaeae*), enquanto a 'Pitol 1' suscetível a *Pestalotiopsis* (Hamann *et al.*, 2024, p. 143 e 158). A sobreposição de ramos e o excesso de sombreamento de pomares de noqueira-pecã em alta densidade sem manejos anuais de poda podem proporcionar condições para que essas doenças fúngicas ocorram, assim como dificultar os tratamentos fitossanitários. Diante da realidade de muitos pomares adensados de noqueira-pecã no Sul do Brasil, objetivou-se avaliar a resposta do desbaste de árvores no crescimento vegetativo, aspectos produtivos e qualidade de frutos em um pomar de noqueira-pecã adensado com problemas de sombreamento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante cinco safras (de agosto de 2018 até junho de 2023) em um pomar comercial de noqueira-pecã localizado no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul (RS), Brasil (27° 55' 15" S; 54° 32' 37" W). Pela classificação de Köppen-Geiger, o clima é classificado como Cfa (Alvares *et al.*, 2013, p. 723). O solo é classificado como Latossolo vermelho distroférrico típico e a altitude de 330 metros acima do nível do mar (Santos *et al.*, 2018, p. 207). O pomar foi implantado em 2008 em espaçamento 7m x 7m, com 204 árvores por hectare, caracterizado, portanto, como alta densidade. O pomar é constituído das cultivares Barton e Pitol 1. O pomar ainda é constituído em uma proporção menor das cultivares Success e Shawnee.



As árvores têm origem de mudas enxertadas, com porta-enxertos oriundos de sementes. O pomar não apresenta sistema de irrigação e não foram realizadas podas anuais desde o quinto ano após a implantação. A adubação das árvores foi realizada de acordo com análises de solo, foliares e de acordo com a projeção de produção das árvores com base no manual de adubação do RS e SC (Comissão de Fertilidade e Química do Solo-CQFS - RS/SC, 2016, p. 215-218). Os controles fitossanitários foram realizados pelo produtor de acordo com a necessidade durante os anos.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com esquema fatorial 2 x 2 (cultivar x desbaste de árvores), sendo o fator A composto pelas cultivares Barton e Pitol 1, e o fator B composto com e sem o desbaste de árvores. O experimento foi formado por três blocos, cada tratamento constituído por 15 árvores. O desbaste de árvores foi feito em agosto de 2018, consistindo na retirada da metade das árvores da área, sendo o corte realizado com auxílio de motosserra (Figura 1a) de maneira alternada na linha e de maneira desencontrada na linha ao lado, passando de um espaçamento quadrático para um espaçamento triangular (Figura b). Com isso passou-se de uma densidade de 204 árvores para 102 árvores por hectare (Figura 1c).

Foram avaliados crescimento em altura, larguras lateral e transversal, volume de copa e área da secção transversal do tronco (área basal), entre os anos de 2019 e 2023. Para medição da altura e larguras das árvores foi utilizada fita métrica e taquara. Enquanto o volume de copa (VC) e área da secção transversal do tronco (ASTT) foram obtidos de acordo com as equações a seguir:

$$VC = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (1)$$

Onde VC é o Volume da copa; $\pi = 3,1416$; r é o raio da copa e h é a altura da árvore.

$$ASTT = \pi \cdot r^2 \quad (2)$$

Onde ASTT é área da secção transversal do tronco (cm²); $\pi = 3,1416$ e r é o raio do tronco.

O número de ramos basais foi avaliado no período vegetativo da última safra, contabilizando aqueles ramos secundários (pernadas) presentes até a altura de 3 metros. O número de ramos secos, por outro lado, também foi avaliado durante o período vegetativo, porém nas cinco safras e foi calculada a média destas safras. Para tanto, foram contabilizados ramos sem a presença de folhas e aqueles com folhas secas na parte basal e no interior da copa das árvores.

A colheita foi realizada com trator e 'shaker' para derrubar os frutos, para na sequência serem recolhidos e pesados em cada uma das árvores. A produção por planta foi avaliada, pesando os frutos colhidos com balança digital. A eficiência produtiva foi calculada para as cinco safras e média das safras com relação ao volume de copa das árvores, consistindo na divisão da produção das árvores pelo volume de copa. Também calculado a intensidade de alternância de produção (IAP) entre os tratamentos de acordo com a equação: $IAP = 1 / (n-1) \times \{ |(a_2 - a_1)| / (a_2 + a_1) + |(a_3 - a_2)| / (a_3 + a_2) \dots + |(a_n - a_{(n-1)})| / (a_n + a_{(n-1)}) \}$, no qual n = número de anos, e $a_1, a_2, \dots, a_{(n-1)}, a_n$ = produção por planta dos anos correspondentes (Pearce; Doberšek-Urbanc, 1967, p. 295-305). A produtividade média das cinco safras foi calculada pela



multiplicação da produção média das mesmas pelo número de árvores de cada um dos tratamentos.

Figura 1 - Desbaste de árvores realizado com auxílio de motosserra. (a) área após o desbaste de árvores; e (b) Esquema representativo antes e após o desbaste de árvores (c).



Fonte: Elaborada pelos autores.

Após as avaliações produtivas, amostras de 1,4 kg por planta foram coletadas para secagem em secador de ar forçado, a uma temperatura entre 40 e 50°C até atingir umidade de 4%, para então ser avaliada a qualidade dos frutos e suas partes.

O número de frutos por quilo foi avaliado contando-os em cada amostra até atingir 1000 g na balança de precisão. Para as demais avaliações foram avaliados 25 frutos por amostra (planta), nos quais com auxílio de paquímetro digital, foram medidos comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas e a espessura de cascas. Com balança digital foram pesados individualmente frutos, amêndoas e cascas. O rendimento de amêndoa foi obtido por meio do cálculo: $(\text{massa de amêndoa}/\text{massa de fruto}) \times 100$. Também foi avaliada a qualidade das amêndoas por meio da porcentagem de frutos comerciais (sem defeitos por análise visual) e cor e luminosidade de amêndoas com colorímetro Konica Minolta. Com relação à luminosidade, quanto maior o valor, mais claros são as amêndoas, já quanto menor o valor, mais escuras as amêndoas são. A cor que foi calculada para obtenção do $^{\circ}\text{hue}$, conforme a fórmula: $H^{\circ} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ indica quão avermelhadas ou amareladas as nozes são. Valores mais próximos de 0° indicam amêndoas mais avermelhadas, enquanto valores mais próximos a 90° indicam amêndoas mais amareladas. Embora avaliadas anualmente, para as variáveis de qualidade dos frutos foram utilizadas as médias das cinco safras avaliadas.



Os resultados após a análise dos pressupostos, os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, através do Teste F. Quando o efeito dos fatores (desbaste e cultivar) foi significativo, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando houve interação entre os fatores, esses dados foram utilizados. Quando não houve interação as médias dos fatores desbaste e cultivar foram avaliadas isoladamente por meio do programa de análise estatística SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014, p. 109-112).

2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desbaste favoreceu o crescimento das árvores remanescentes, com aumento de largura e volume de copa (Tabela 1). Por outro lado, as árvores cresceram mais em altura sob a condição de alta densidade. Este fator pode ser explicado, uma vez que com a competição lateral entre ramos adjacentes, as árvores se adaptam priorizando o crescimento vertical na alta densidade e como aumentou o espaço com o desbaste, puderam se expandir mais lateralmente. A ASTT não foi afetada de maneira significativa com a realização do desbaste.

Cinco anos após a realização do desbaste, o número de ramos basais foi maior nas árvores sob maior espaçamento (Figura 2). A quebra de ramos com a execução de manejos e o comprometimento do estrato basal da planta pelo sombreamento, que acaba secando os ramos, justificam o menor número de ramos no pomar adensado. Ter um número maior de ramos na base da planta é importante, pois devido ao ângulo de inserção junto ao tronco, mais horizontal, é a região da planta na qual se concentra a maior parte da produção (Arreola Ávila *et al.*, 2012, p. 20; Martins *et al.*, 2024, p. 246).

Tabela 1 - Crescimentos em altura (H), largura transversal da copa (LTC), largura lateral da copa (LLC), volume de copa (VC) e área da secção transversal do tronco (ASTT) em noqueira-pecã das cultivares Pitól 1 e Barton com e sem desbaste de árvores entre os anos de 2019 e 2023.

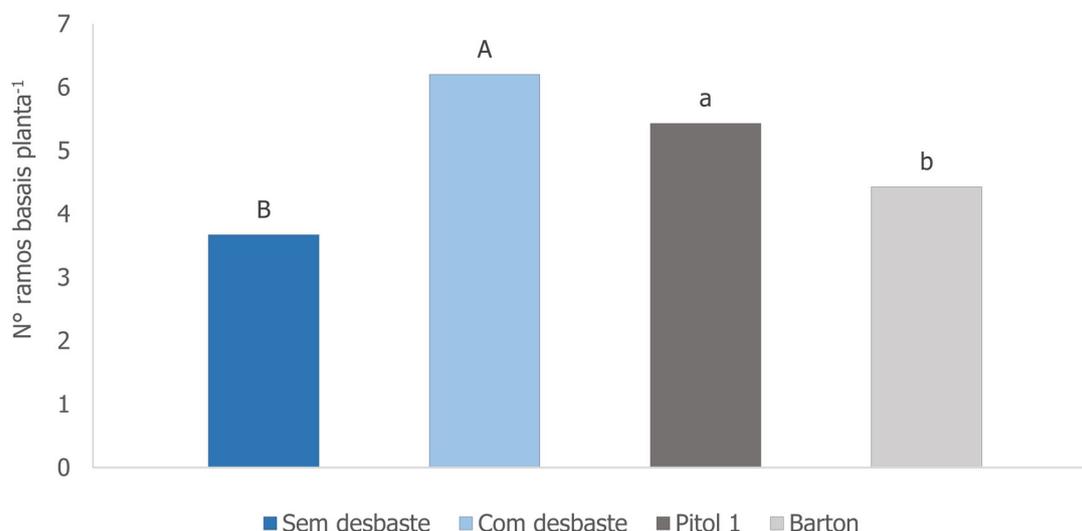
Desbaste	H (m)		LTC (m)	LLC (m)	VC (m ³)	ASTT (cm ²)
	Pitol 1	Barton				
Sem desbaste	2,12 aA	1,86 aA	0,86 b	0,54 b	36,01 b	134,70 ^{ns}
Com desbaste	1,33 bA	0,67 bB	1,74 a	1,64 a	93,82 a	159,04
Cultivar						
Pitol 1	-	-	1,10 ^{ns}	1,18 ^{ns}	83,76 a	147,55 ^{ns}
Barton	-	-	1,17	1,00	46,07 b	146,20
P (Desbaste)	<0,0001		<0,0007	0,0007	<0,0001	0,1812
P (Cultivar)	0,0049		0,3157	0,5706	0,0046	0,9405
P (D x C)	0,0502		0,3647	0,1498	0,696	0,6296

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.



Figura 2 – Número de ramos basais por planta de noqueira-pecã com e sem o desbaste de árvores e entre as cultivares Pitól 1 e Barton avaliado ao final de cinco safras.



Médias com letras maiúsculas diferentes no fator desbaste nas colunas azuis e minúsculas diferentes no fator cultivar nas colunas cinzas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns= não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

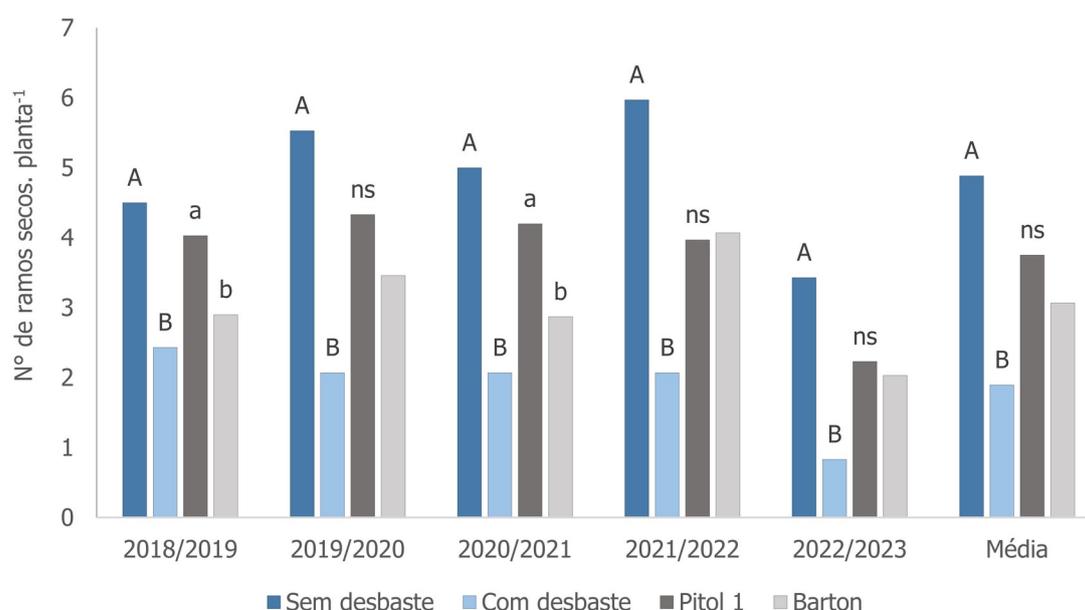
O número de ramos secos, de maneira inversa ao número de ramos basais, foi maior na área sem desbaste nas cinco safras avaliadas (Figura 3). Com o secamento dos ramos basais, o número de ramos presentes nesse estrato também foi comprometido. Estes fatores reduzem estruturas produtivas, pois é o estrato que sob condições de cultivo adequadas detém a maior parte da produção da planta. Além do fator produtivo, os ramos secos caídos ou que caem durante a colheita acabam dificultando e aumentando o tempo de colheita das nozes, além de gerar resíduos que servem de fonte de inóculo para doenças como a antracnose (Poletto *et al.*, 2021, p. 9).

A produção de frutos nas árvores foi beneficiada com a realização do desbaste de árvores (Tabela 2). Somente houve interação nessa variável na safra 2021/2022, na qual com o desbaste a produção foi superior na cultivar Pitól 1. Em 'Barton' não houve diferença com e sem desbaste. Nas safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2022/2023, assim como na produção acumulada, o tratamento com desbaste foi superior ao sem desbaste de árvores. Na produção acumulada de cinco anos, a diferença foi de 17,02 kg entre os tratamentos, o que corresponde a 57,17% de aumento com a retirada de árvores da área. Arreola Ávila *et al.* (2010, p. 152) também observaram aumento da produção por planta em cinco anos de avaliação com a realização de diferentes intensidades de desbaste, enquanto Abanto-Rodríguez *et al.* (2023, p. 1) observaram a recuperação de características produtivas de *Myrciaria dubia* por meio do desbaste de árvores, realizado em plantios de alta densidade. Fernández-Chavez *et al.* (2021, p. 9) destacam que as árvores sob menor densidade apresentam mais produção, pois tem mais espaço e luz, o que eleva a fotossíntese e resulta no aumento produtivo. Por ter alternância de produção entre safras, a



nogueira-pecã apresenta anos de alta produção ('on') seguidos de anos de baixa produção ('off'). Neste sentido, a cultivar Barton obteve uma produção acumulada maior que a 'Pitol 1', sendo mais produtiva nas safras 'on' e menos produtiva nas safras 'off'.

Figura 3 - Número de ramos secos por planta de noqueira-pecã com e sem o desbaste de árvores e entre as cultivares Pitol 1 e Barton avaliado ao final de cinco safras e média das safras.



Médias com letras maiúsculas diferentes no fator desbaste nas colunas azuis e minúsculas diferentes no fator cultivar nas colunas cinzas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns= não significativo. Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 2 - Desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na produção por planta de duas cultivares de noqueira-pecã em alta densidade com e sem o desbaste de árvores entre as safras 2018/2019 e 2022/2023 e na produção acumulada.

Desbaste	Produção por planta (kg)						Acumulada
	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022		2022/2023	
				Pitol 1	Barton		
Sem desbaste	8,44 b	2,78 b	9,30 b	2,42 bA	2,49 aA	6,79 b	29,77 b
Com desbaste	12,26 a	4,08 a	14,55 a	6,53 aA	2,80 aB	11,24 a	46,79 a
Cultivar							
Pitol 1	8,49 b	4,16 a	9,14 b	-	-	8,85 ns	35,11 b
Barton	12,22 a	2,71 b	14,71 a	-	-	9,17	41,79 a
P (Desbaste)	0,0019	0,0068	<0,0001	0,0042	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P (Cultivar)	0,0024	0,0026	<0,0001	0,0165	0,7066	0,0207	0,0207
P (D x C)	0,9707	0,1513	0,5065	0,013	0,3051	0,3052	0,3052

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo. Fonte: Elaborada pelos autores.



A alternância de produção é associada a uma maturação tardia dos frutos na temporada, com pouco tempo de armazenamento de carboidratos para as flores e frutos da próxima estação e da alta concentração de lipídeos nos frutos que necessitam muita energia para síntese (Noperi-Mosqueda *et al.*, 2020, p. 343). No presente estudo a intensidade de alternância de produção (IAP) não foi alterada com ou sem a realização do desbaste de árvores (Figura 4). Porém, entre as duas cultivares foi constatado que a 'Barton' apresenta mais alternância que a 'Pitol 1'.

Na eficiência produtiva (EPVC) houve interação entre os fatores nas safras 2019/2020 e 2021/2022, que foram duas safras com baixa produção de frutos (Tabela 3). Enquanto na safra 2019/2020 somente as árvores de 'Barton' com desbaste foram superiores, em 2021/2022 foi na cultivar Pitol 1 que as árvores obtiveram EPVC maior com o desbaste das mesmas. Nas demais safras e na média não houve interação, observando-se superioridade com desbaste em 2018/2019, 2020/2021 e na média das safras. Na safra 2022/2023 não houve diferença. Portanto, de maneira geral, as árvores com mais espaço foram mais eficientes na produção que aquelas em alta densidade.

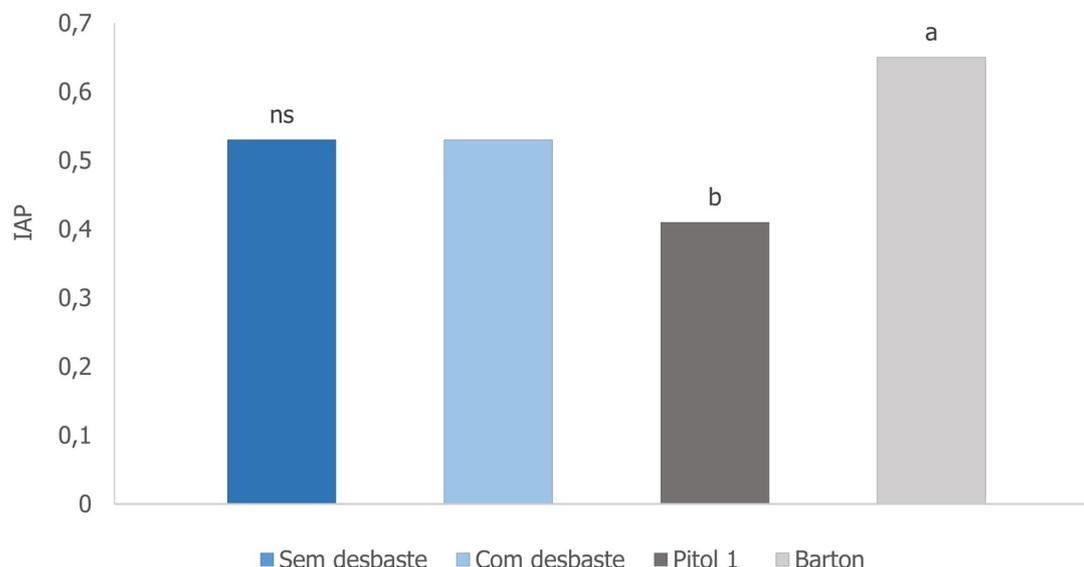
Nas variáveis produtivas por unidade, o desbaste mostrou-se muito benéfico. Na produtividade média das cinco safras, no entanto, o desbaste resultou em produtividade média menor na cultivar Barton, e na 'Pitol 1' não obteve diferença significativa (Figura 5). Após cinco anos da realização do desbaste, o aumento de produção das pecaneiras com o manejo ainda não compensou a retirada de árvores realizada. Foram retiradas 50% das árvores da área no tratamento com o desbaste, por outro lado, a redução de produtividade em relação à área adensada foi de 29,20% na cultivar Barton e de 10,81% na 'Pitol 1'. Fernández-Chavez *et al.* (2021, p. 8) observaram que a produtividade de pomares com 204 árvores por hectare foi maior que a de pomares com 100 árvores entre o sétimo e o 11º ano, associando a diferença ao número de árvores. A alternância de produção observada em ambas as cultivares e a estiagem ocorrida com maior intensidade na safra 2021/2022 comprometeram a obtenção de produtividades médias superiores no experimento.

Constata-se que houve uma resposta na produtividade maior na cultivar Pitol 1. O que justifica essa diferença é que a 'Pitol 1' é uma cultivar com folíolos maiores e mais compactos comparativamente com a 'Barton', o que trouxe mais prejuízos com o sombreamento causado pela sobreposição de ramos de árvores adjacentes e mais benefícios às árvores após o desbaste. A cultivar Barton por possuir folíolos menos compactos obteve produções por planta com diferença menor com e sem a realização do desbaste de árvores.

O desbaste adotado no experimento foi de 50% das árvores em uma única etapa, o que acaba sendo uma redução abrupta. Essa decisão foi tomada tendo em vista o nível de sombreamento que o pomar se encontrava. Procurando não afetar negativamente a produtividade que o desbaste abrupto ocasiona, a realização do manejo de maneira parcelada ou gradual é uma alternativa, com isso seriam retiradas 25% no primeiro ano, mais 25% no ano seguinte (Arreola Ávila *et al.*, 2010, p. 153).



Figura 4 - Intensidade de alternância de produção (IAP) nos fatores desbaste e cultivar em cinco safras de avaliação em pomar de noqueira-pecã em alta densidade de plantio.



Médias com letras maiúsculas diferentes no fator desbaste nas colunas azuis e minúsculas diferentes no fator cultivar nas colunas cinzas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns= não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3 - Desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na eficiência produtiva em relação ao volume de copa (EPVC) em noqueira-pecã em alta densidade de plantio.

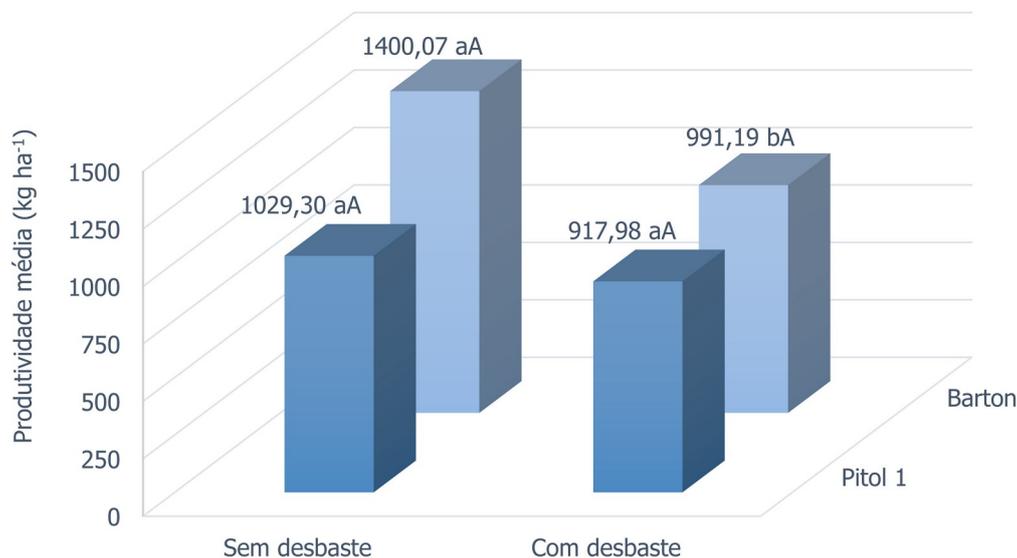
Desbaste	EPVC (kg m ³)						Média	
	2018/2019	2019/2020		2020/2021	2021/2022			2022/2023
		Pitol 1	Barton		Pitol 1	Barton		
Sem desbaste	0,061 b	0,032 aA	0,012 bB	0,065 b	0,017 bA	0,016 aA	0,039 ^{ns}	0,040 b
Com desbaste	0,076 a	0,025 aA	0,023 aA	0,079 a	0,036 aA	0,016 aB	0,043	0,050 a
Cultivar								
Pitol 1	0,058 b	-	-	0,057 b	-	-	0,036 b	0,041 b
Barton	0,080 a	-	-	0,087 a	-	-	0,046 a	0,049 a
P (Desbaste)	0,0194	0,4095		0,0005	0,0361		0,2038	< 0,0001
P (Cultivar)	0,0011	0,0005		< 0,0001	0,0326		0,0048	< 0,0001
P (T x C)	0,0753	0,0035		0,2339	0,0487		0,6790	0,5640

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.



Figura 5 – Desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na produtividade média entre as cinco safras de avaliação em pomar de noqueira-pecã em alta densidade de plantio.



Médias com letras minúsculas diferem no fator desbaste e maiúsculas diferem no fator cultivar pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns= não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A não realização de poda no pomar desde o quinto ano após a implantação, foi um fator que contribuiu para o problema de sombreamento. A poda é um manejo necessário na cultura da noqueira-pecã, devendo ser realizada do plantio ao quinto ano, visando a formação da estrutura das plantas e após este período, visando a promoção de estruturas reprodutivas para frutificação (Margarim *et al.*, 2024, p. 237-241). Em pomares adultos, as podas de abertura também são alternativas menos drásticas em relação ao desbaste, visando aumentar a entrada de luz solar. Dentre estas podas, a poda hedge objetiva a contenção do crescimento lateral das plantas, enquanto a poda central a entrada de luz solar no interior da copa (Wells, 2018, p. 1203; Hellwig *et al.*, 2022, p. 2). A poda hedge, nos estudos de Wells (2018) e Wood (2009) não incrementou a produtividade em duas e quatro safras avaliadas respectivamente. Lombardini (2006) somente observou aumento da produtividade em uma de três cultivares avaliadas. Porém em estudos paralelos realizados em cinco safras com a cultivar Pitól 1, a produtividade média foi incrementada com as podas hedge (37,2%) e central (39,9%) em relação as árvores não podadas, demonstrando serem alternativas interessantes (Hellwig, 2024, p. 34). Em relação ao desbaste, as podas de abertura envolvem maiores custos de realização, por necessitar de equipamentos para alcançar e podar os ramos desejados.

O presente estudo permite inferir que a cultivar Barton adapta-se melhor a uma maior densidade que a 'Pitól 1'. Entretanto, observando a produção por planta e fatores como ramos secos e número de ramos basais, uma maior densidade deve ser considerada, pois a longo prazo os problemas tendem a se intensificar com a competição por espaço e luz solar. Também se salienta que, embora neste estudo



tenha sido realizada uma avaliação da produtividade individual por cultivar, na prática, haverá a necessidade de utilização de mais cultivares em uma mesma área devido à polinização, então uma padronização de espaçamento deve ser definida.

O desbaste de árvores promoveu melhoria na maioria das variáveis de qualidade de frutos. O comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas foi maior com o desbaste de árvores na média das cinco safras avaliadas (Tabela 4). Entre as cultivares comprovou-se que os frutos e amêndoas da cultivar Pitól 1 foram maiores que da 'Barton', independente da realização do desbaste de árvores.

Tabela 4 - Média de cinco safras (2019-2023) de comprimento e diâmetro de frutos e comprimento e diâmetro de amêndoas de noqueira-pecã das cultivares Pitól 1 e Barton com e sem desbaste de árvores.

Desbaste	Comprimento de fruto (mm)		Diâmetro de fruto (mm)		Comprimento de amêndoa (mm)		Diâmetro de amêndoa (mm)	
	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton
Sem desbaste	41,30 bA	36,64 bB	22,01 bA	21,35 bB	32,54 bA	29,88 bB	18,49 bA	17,04 bB
Com desbaste	43,93 aA	37,97 aB	23,21 aA	22,24 aB	34,93 aA	31,00 aB	19,50 aA	17,73 aB
P (D x C)	<0,0001		0,0118		0,0001		0,0011	

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A espessura de casca foi superior com o desbaste de árvores em ambas as cultivares, sendo diretamente relacionada a um maior tamanho dos frutos (Tabela 5). A massa de frutos, amêndoas e cascas tanto na cultivar Pitól 1 quanto 'Barton' foram maiores com a retirada de árvores. Entre cultivares, a massa da 'Pitol 1' foi maior que a da 'Barton' com e sem o desbaste de árvores. Bilharva *et al.* (2018, p. 5) descreve média superior para cultivar 'Pitol 1' e intervalo que engloba a média com desbaste de árvores de 'Barton'.

Tabela 5 - Média de cinco safras (2019-2023) da espessura de casca, massa de frutos, amêndoas e cascas de noqueira-pecã das cultivares Pitól 1 e Barton com e sem desbaste de árvores.

Desbaste	Espessura de casca (mm)		Massa de fruto (g)		Massa de amêndoa (g)		Massa de casca (g)	
	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton
Sem desbaste	0,84 bA	0,80 bB	7,48 bA	6,25 bB	4,12 bA	3,42 bB	3,36 bA	2,83 bB
Com desbaste	0,86 aA	0,85 aA	8,82 aA	7,21 aB	4,84 aA	3,97 aB	3,98 aA	3,25 aB
P (D x C)	0,0275		0,0003		0,0009		0,0001	

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.



Com tamanho e massa de frutos maior com a realização do desbaste, houve também uma redução na quantidade de frutos por quilo (Figura 6A). Tanto na cultivar Pitol 1 quanto na Barton foram necessários 22 frutos a menos para atingir um quilo em árvores da área com desbaste. Na prática isso representa frutos mais valorizados na indústria, à medida que frutos por quilo é um dos critérios de valorização. Caso fossem classificados segundo os padrões de nozes-pecã com casca dos Estados Unidos (USDA, 2024, p. 4), os frutos de 'Pitol 1' seriam classificados como grandes sem desbaste e supergrandes com a realização do desbaste de plantas e na cultivar Barton os frutos das áreas com e sem desbaste ficariam na classe grande, embora na área mais adensada tenha o número de frutos ficou no limite para não pertencer à categoria média.

Além das variáveis relacionadas ao tamanho dos frutos, a qualidade das amêndoas também é critério de avaliação, sendo a porcentagem de amêndoas comerciais (sem defeitos) um dos avaliados. No presente estudo, na cultivar Pitol 1 o desbaste não elevou a porcentagem de amêndoas comerciais, porém na 'Barton' sem o desbaste houve aproximadamente 7% a menos de amêndoas comerciais em relação às amêndoas de árvores sob maior espaçamento (Figura 6B).

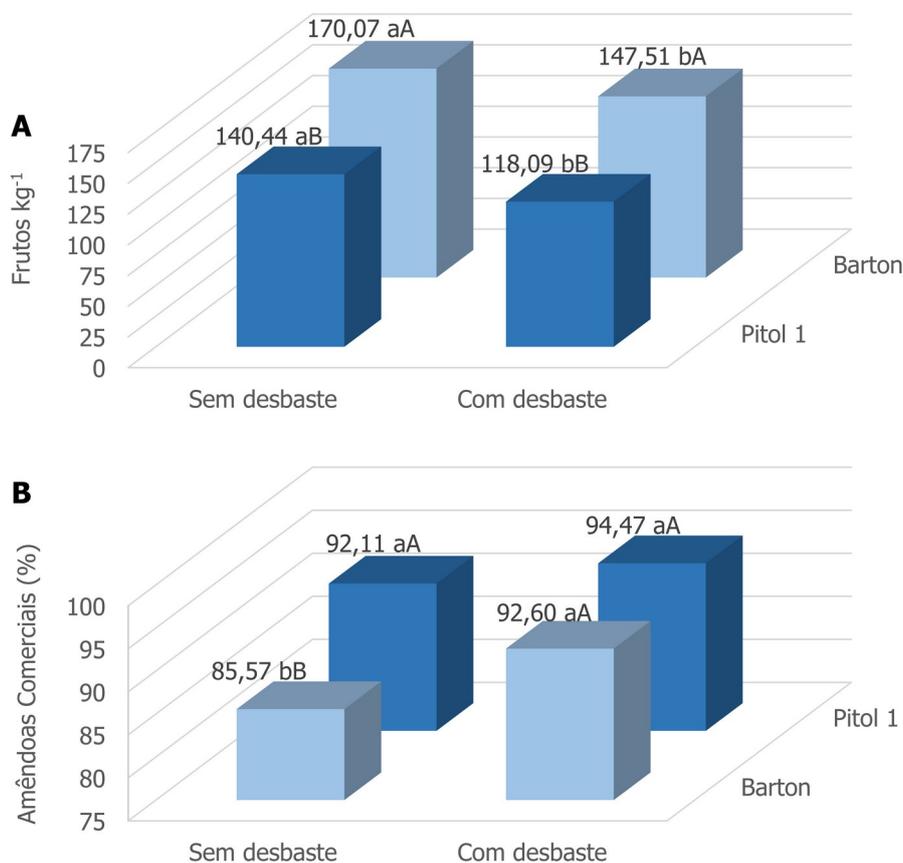
O rendimento de amêndoa é um dos principais parâmetros utilizados para avaliação das nozes, porém não foi diferente nos fatores desbaste e cultivar no presente experimento (Tabela 6). A luminosidade das amêndoas foi maior com o desbaste de árvores, ou seja, as amêndoas foram mais claras que as sem desbaste de árvores. Na cor das amêndoas não houve diferença com e sem desbaste. Entre as cultivares, tanto luminosidade quanto a cor das amêndoas foram maiores na cultivar Barton. Por característica, a Pitol 1 apresenta amêndoas mais escuras e avermelhadas em relação à 'Barton', o que pode ser comprovado neste estudo. Hoffmann *et al.* (2024, p. 7) destacam ainda, que o desbaste de árvores reduz a acidez e o teor de peróxidos das amêndoas e aumenta o teor de γ -tocoferóis, representando amêndoas com maior qualidade.

Diante dos resultados, observa-se que o desbaste de árvores foi benéfico em uma série de variáveis relacionadas ao crescimento, eficiência produtiva das árvores e qualidade de frutos. Os dados obtidos foram proporcionados pela retirada de competição entre as árvores, principalmente em relação à luz solar, porém também pelo espaço físico de raízes e parte aérea, além de reduzir o microclima para doenças fúngicas e facilitar os manejos a serem realizados no pomar.

O desbaste em cinco safras ainda não compensou economicamente a sua realização, à medida que a produtividade média com o manejo foi menor a da área adensada. Porém, observou-se ao longo do estudo, que devido à limitação produtiva das árvores sem desbaste e menor qualidade de frutos, em poucas safras a metade das árvores poderá superar economicamente a área com 204 árvores. Vale ressaltar ainda, que os custos de realização do manejo praticamente foram amortizados pela receita gerada pela venda da madeira.



Figura 6 – Média de cinco safras (2019-2023) do desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar nas variáveis frutos por quilo. (A) e amêndoas comerciais; e (B) de noqueira-pecã em alta densidade.



Médias com letras minúsculas diferem no fator desbaste e maiúsculas diferem no fator cultivar pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns= não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 6 – Média de cinco safras (2019-2023) de rendimento de amêndoa, luminosidade e cor de amêndoas de noqueira-pecã das cultivares Pitol 1 e Barton com e sem desbaste de árvores.

Desbaste	Rendimento de amêndoa (%)	Luminosidade (L*)	Cor (°hue)
Sem desbaste	54,79 ns	45,13 b	69,87 ns
Com desbaste	54,77	45,75 a	69,93
Cultivar			
Pitol 1	54,98 ns	44,35 b	68,87 b
Barton	54,58	46,56 a	70,94 a
P (Desbaste)	0,9387	0,0097	0,7138
P (Cultivar)	0,0768	<0,0001	<0,0001
P (D x C)	0,2432	0,9975	0,0724

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância.

ns = não significativo. Fonte: Elaborada pelo autor.



De uma maneira mais ampla, diante da tardia entrada em produção, quinto ano, e da baixa produção em árvores adultas sem manejos periódicos de poda e comprometidas pelo sombreamento, a utilização de densidades de plantio menores é uma escolha mais interessante. Fernández-Chavez *et al.* (2021, p. 12) em estudo comparando a alta e baixa densidade durante 11 anos observaram que a relação custo-benefício é melhor na baixa densidade, à medida que permite o consórcio com alfafa nos primeiros quatro anos, que é uma fonte de renda na área do pomar.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desbaste de árvores aumenta o crescimento vegetativo, resultando em mais ramos basais e menos ramos secos nas árvores;

A produção e eficiência produtiva das árvores de noqueira-pecã são aumentadas pelo desbaste de árvores, porém a produtividade ainda não supera a alta densidade em cinco safras;

O desbaste de árvores aumenta a qualidade de frutos de noqueira-pecã em alta densidade, resultando em frutos com maior tamanho, massa e luminosidade de amêndoas.

4. REFERÊNCIAS

ABANTO RODRIGUEZ, C.A. *et al.* Plant thinning recovers fruiting of *Myrciaria dubia* in the Peruvian Amazon. **Agrária**, v. 18, n. 4, p. 1-7, 2023.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARREOLA ÁVILA, J.G. *et al.* Disponibilidad de luz y producción de nuez después del aclareo de árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). **Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente**, v. 16, n. 2, p. 147-154, 2010.

ARREOLA ÁVILA, J. G. Manejo de luz para mejora de producción y calidad em nogal pecanero. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NOGAL PECANERO, 13., 2012, Sonora, México. **Libro de resúmenes...** Sonora: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2012. p. 18-26.

AZEVEDO, F. A. *et al.* Produtividade de laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob 326 adensamento de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n.2, p. 184-188, 2015.

BILHARVA, M. G. *et al.* Pecan: from research to the Brazilian reality. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 23, n. 6, p. 1-16, 2018.

CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016.

FERNÁNDEZ-CHÁVEZ, M. *et al.* Análisis de diversos aspectos económicos de la producción en huertas de nogales de alta y baja densidad. Estudio de caso. **Cultivos Tropicales**, v. 42, n. 2, e01, 2021.



FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRONZA, D. *et al.* Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**, v. 48, n. 2, e20170179, 2018.

GONG, Y. *et al.* Pecan kernel phenolics content and antioxidant capacity are enhanced by mechanical pruning and higher fruit position in the tree canopy. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 145, n. 3, p. 193-202, 2020.

GRAUKE, L. J. Appropriate name for Pecan. **HortScience**, v. 26, p. 1358, 1991.

HAMANN, J. J. *et al.* Cultivares. In: MARTINS, C. R.; LAZAROTTO, M.; MALGARIM, M. B. (Org.). **Nogueira-pecã: cultivo, benefícios e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 2024. p. 143-158.

HELLWIG, C. G. *et al.* Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern Brazil. **Comunicata Scientiae**, v. 13, e3842, 2022.

HELLWIG, C. G. **Manejos de poda e desbaste de plantas para viabilização produtiva de pomar de noqueira-pecã em alta densidade comprometido pelo sombreamento**. 2024. 158 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

HOFFMANN, J. F. *et al.* Tree thinning affects the physicochemical characteristics and bioactive compounds in ‘Barton’ and ‘Melhorada’ pecan cultivars. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 48, e005924, 2024.

LOMBARDINI, L. One-time pruning of pecan trees induced limited and short-term benefits in canopy light penetration, yield, and nut quality. **Hortscience**, v. 41, n. 6, p. 1469-1473, 2006.

MAJID, I. *et al.* Economic analysis of high-density orchards. **International Journal of Advance Research in Science & Engineering**, v. 7, n. 4, p. 821-829, 2018.

MALGARIM, M. M. *et al.* Poda. In: MARTINS, C. R.; LAZAROTTO, M.; MALGARIM, M. B. (Org.). **Nogueira-pecã: cultivo, benefícios e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 2024. p. 231-250.

MARTINS, C. R. *et al.* **Panorama da produção, processamento e comercialização de noz-pecã no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023.

MARTINS, C. R. *et al.* Pecã no Brasil. In: MARTINS, C. R.; LAZAROTTO, M.; MALGARIM, M. B. (Org.). **Nogueira-pecã: cultivo, benefícios e perspectivas**. Brasília: Embrapa, 2024. p. 37-52.

MAYER, A. N. *et al.* Adensamento de plantio em pessegueiros “Chimarrita”. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 1, p. 50-59, 2016.

NOPERI-MOSQUEDA, L. C. *et al.* Yield, quality, alternate bearing and long-term yield index in pecan, as a response to mineral and organic nutrition. **Notulae botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 48, n. 1, p. 342-353, 2020.

PEARCE, S. C.; DOBERŠEK-URBANC, S. The measurement of irregularity in growth and cropping. **Journal of Horticultural Science**, v. 42, n. 3, p. 295-305, 1967.



POLETTO, T. *et al.* **Antracnose da Nogueira-pecã**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2021.

REIG, G. *et al.* Long-term performance of “Delicious” apple trees grafted on Geneva® rootstocks and trained to four high-density systems under New York state climatic conditions. **Hortscience**, v. 55, n. 10, p. 1538-1550, 2020.

SANTOS, H.G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SOUZA, A. L. K. de *et al.* The effect of planting density on “BRS Rubimel” peach trained as a “Y-shaped” system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, p. 1-7, 2019.

USDA. **United States standards for grades of pecans in the shell**. Washington, D. C.: 2024. Disponível em: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/PecansintheShellStandards.pdf>. Acesso em: 28 out. 2024.

WELLS, L. Mechanical hedge pruning affects nut size, nut quality, wind damage, and stem water potential of pecan in humid conditions. **Hortscience**, v. 53, n. 8, p. 1203-1207, 2018.

WELLS, L. **Southeastern pecan grower’s handbook**. Athens: University of Georgia, 2017.

WOOD, B. W. Mechanical hedge pruning of pecan in a relatively low-light environment. **Hortscience**, v. 44, n. 1, p. 68-72, 2009.

ZHANG, R.; PENG, F.; LI, Y. Pecan production in China. **Scientia horticultrae**, v. 197, p. 719-727, 2015.

ZHU, H.; STAFNE, E. T. Influence of paclobutrazol on shoot growth and flowering in a high-density pecan orchard. **Horttechnology**, v. 29, n. 2, p. 210-212, 2019.

Submetido em: **29/04/2024**

Aceito em: **20/11/2024**